

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Dezember 2001 (13.12.2001)

PCT

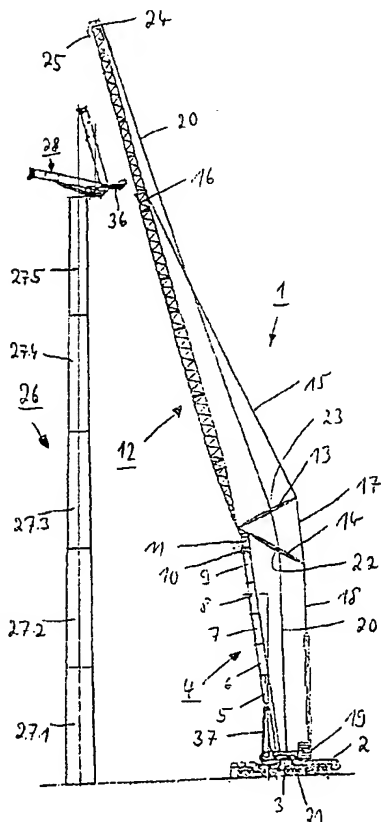
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/94249 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B66C 23/36**, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
23/72, F03D 11/04, B66C 23/20 US): **DEMAG MOBILE CRANES GMBH** [DE/DE];  
Diglerstr. 24, 66482 Zweibrücken (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02093 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 30. Mai 2001 (30.05.2001) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FRANZEN, Hans-Peter** [DE/DE]; Bergstr. 3, 66484 Walshausen (DE). **IRSCH, Michael** [DE/DE]; Brucknerstr. 6, 66822 Lebach (DE). **KNECHT, Alexander** [DE/DE]; Thierystr. 26, 66482 Zweibrücken (DE). **WECKBECKER, Alfons** [DE/DE]; Himmelsbergstr. 45, 66482 Zweibrücken (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 28 513.9 6. Juni 2000 (06.06.2000) DE  
100 53 479.1 24. Oktober 2000 (24.10.2000) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MOUNTING A WIND TURBINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR MONTAGE EINER WINDKRAFTANLAGE



(57) Abstract: The invention relates to a method for mounting a wind turbine for generating electric current. Said wind turbine comprises a tower (26), a nacelle (41) (machine housing) equipped with an electric generator, and a blade rotor for mechanically driving the generator. After the tower is erected, the nacelle and the blade rotor or essential parts of these two structures are hoisted by a hoisting apparatus to the height of the tower and are then mounted. According to the invention, a hoisting apparatus is used for hoisting at least the heaviest part of the wind turbine to be mounted. Said hoisting apparatus is supported on the tower in order to ensure a sufficient level of stability for the respective hoisting process. The invention also relates to a device for carrying out the method. The boom (4) of the crane (1) is stabilized with the aid of a support fastened to the tower or a heavy lift auxiliary crane (28) is fastened to the upper end of the tower.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Montage einer Windkraftanlage zur Erzeugung von elektrischem Strom, die einen Turmschaft (26), eine mit einem elektrischen Generator bestückte Gondel (41) (Maschinenhaus) und ein Flügelrad für den mechanischen Antrieb des Generators aufweist, wobei die Gondel und das Flügelrad oder wesentliche Teile von diesen nach Errichtung des Turmschafts von einem Hebezeug auf die Höhe des Turmschafts gehoben und montiert werden. Erfindungsgemäß wird zum Heben zumindest desjenigen zu montierenden Teils der Windkraftanlage, welches das höchste Gewicht aufweist, ein Hebezeug eingesetzt, das sich zur Gewährleistung einer ausreichenden Standfestigkeit für den jeweiligen Hebevorgang an dem Turmschaft abstützt. Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Der Ausleger (4) des Krans (1) wird mit Hilfe einer am Turmschaft befestigten Stütze befestigt, oder ein Schwerlasthilfskran (28) wird am oberen Ende des Turmschafts befestigt.

WO 01/94249 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

5

**Verfahren und Vorrichtung zur Montage einer Windkraftanlage**10 **Beschreibung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Montage einer Windkraftanlage zur Erzeugung von elektrischem Strom, die einen Turmschaft, eine mit einem elektrischen Generator bestückte Gondel und ein Flügelrad aufweist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

15

Im Verlauf der letzten Jahre ist die installierte Leistung der Windkraftanlagen immer weiter gesteigert worden. Üblich waren bisher 0,5 MW installierte Leistung, Großwindkraftanlagen liegen dagegen heutzutage bei bis zu 4 MW installierter Leistung mit der Tendenz zu noch höheren Leistungen. Dementsprechend ist das Gewicht der Gondel (Maschinenhaus), die in einem Gehäuse im wesentlichen einen einen Stator und einen Rotor aufweisenden elektrischen Generator, meistens auch ein Getriebe und alle Steuer- und Regeleinrichtungen enthält, stark angestiegen. Bei Großwindkraftanlagen liegt das Gondelgewicht bei ca. 80 t und mehr. Parallel dazu ist auch die Turmhöhe immer weiter angewachsen. Üblich war früher eine Höhe von etwa 50 m. Sie stieg dann an über 65 m und 78 m auf heute etwa 85 m, wobei Turmhöhen von 100 m und mehr schon in der Planung bzw. im Bau sind. Bei der Montage einer solchen Großwindkraftanlage ergibt sich das Hebeproblem: Wie bekommt man die ca. 80 t schwere Gondel auf 85 m hochgehoben? Nun stehen zwar Gittermastkrane zur Verfügung, die solche Lasten auf solche Höhen heben können (s. beispielsweise DE 196 42 066 A1), aber der Umfang des Antransportes der vielen Einzelkomponenten ist erheblich. Hinzu kommt, dass die vielfach unzureichend ausgebauten Anfahrwege zur Baustelle einen Transport großer Kräne erschweren oder sogar verhindern. Außerdem ist das Aufrüsten eines Gittermastkranes dieser Größenordnung zeitaufwendig und ein schwieriges Aufstellungsgelände wie z. B. ein Bergrücken ist für die Errichtung eines Gittermastkranes nicht geeignet. Bei Turmhöhen von über 100 m ist auch bei Gittermastkranen im Regelfall die Hubgrenze für große Lasten erreicht.

35

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Montage einer Windkraftanlage mit Turmhöhen von mindestens 85 m und mehr und mit Gondelgewichten von 80 t und mehr anzugeben, das mit weniger Lasttransporten auskommt und auch in schwierigerem Aufstellungsgelände einsetzbar ist.

5

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 9. Eine erste Lösungsvariante für eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens weist die im unabhängigen Anspruch 11 niedergelegten Merkmale auf, während die Merkmale einer zweiten Lösungsvariante für eine erfindungsgemäße Vorrichtung aus dem unabhängigen Anspruch 13 hervorgehen. Vorteilhafte Weiterbildungen dieser Vorrichtungen ergeben sich aus davon jeweils abhängigen Unteransprüchen.

10

15

Zur Lösung der Aufgabe, eine schwere Last mit Hilfe eines Krans auf eine Höhe von z.B. 80 oder 100 oder mehr Meter zu heben ist es erforderlich, dass eine ausreichende Hubkraft durch den Kran zur Verfügung gestellt wird und darüber hinaus der Kran selbst über eine ausreichende Standfestigkeit verfügt. Unter Standfestigkeit soll in diesem Zusammenhang allgemein nicht nur die Beherrschung der Knickgefahr für den Kranausleger, sondern auch die Beherrschung der Gefahr des Umkippens des Krans verstanden werden. Die Zurverfügungstellung einer ausreichenden Hubkraft stellt kein großes Problem dar. Anders ist dies jedoch bei der Gewährleistung der Standfestigkeit, wenn es um Hubhöhen geht, die z.B. bei 100 m und mehr liegen. Hier macht sich die Erfindung die Erkenntnis zu Nutze, dass ein bereits errichteter Turmschaft für eine Windkraftanlage ein außerordentlich standfestes Bauwerk darstellt, weil dieser z.B. im Erdboden (oder bei schwimmenden Windkraftanlagen auf einem Schwimmponton) fest verankert ist und eine hohe Knicksteifigkeit besitzt, da er auf das Tragen schwergewichtiger Lasten (Gondel mit Flügelrad im Gesamtgewicht von z.B. 120 t) bei gleichzeitiger Einwirkung erheblicher Windlasten ausgelegt ist. Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, bei der Montage einer Windkraftanlage zur Erzeugung von elektrischem Strom, die einen Turmschaft, eine mit einem elektrischen Generator und gegebenenfalls auch einem Getriebe und mit Steuer- und Regeleinrichtungen bestückte Gondel (Maschinenhaus) und ein Flügelrad für den mechanischen Antrieb des Generators aufweist, wobei die Gondel, das Flügelrad oder wesentliche Teile von diesen nach Errichtung des Turmschafts von einem Hebezeug auf die Höhe des Turmschafts gehoben und montiert werden, zum Heben zumindest desjenigen zu montierenden Teils der Windkraftanlage, welches das höchste Gewicht aufweist, ein Hebezeug einzusetzen, das sich zur Gewährleistung einer ausreichenden

20

25

30

35

Standfestigkeit für den jeweiligen Hebevorgang an dem Turmschaft abstützt, also dessen mechanische Festigkeit ausnutzt. Dabei sind zumindest zwei Grundvarianten möglich.

5 In einer ersten Grundvariante ist vorgesehen, dass die Hebevorgänge mit Hilfe eines am unteren Ende des Turmschafts aufgestellten, also im Regelfall auf dem Erdboden stehenden Krans ausgeführt werden, der an sich für diese Hebeaufgabe nicht ohne weiteres geeignet ist, weil er frei stehend zumindest unter der schwersten bei der Montage zu hebenden Last keine ausreichende Standfestigkeit bieten würde. Erfindungs-  
10 gemäß ist eine Ertüchtigung dieses Krans dadurch vorgesehen, dass der Ausleger des Krans, der die Höhe des Turmschafts selbstverständlich überragen muss, vor Beginn der Hebevorgänge mit Hilfe mindestens einer jeweils am Turmschaft und am Ausleger befestigten mechanischen Stütze gegen ein Kippen und/oder Knicken gesichert wird. Der Kran bzw. dessen Ausleger stützt sich also seitlich am Turmschaft ab. Vorzugsweise sind mehrere solche mechanischen Stützen vorgesehen, die zweckmäßigerweise in unter-  
15 schiedlicher Höhe angebracht werden. Dabei empfiehlt es sich, eine Stütze nicht als einfachen Stab auszubilden, sondern diese in Form einer stabilen Dreipunkt-Anlenkung zu gestalten. Auf diese Weise lässt sich am Boden ein Kran sicher betreiben, der aufgrund der örtlichen Verhältnisse oder auch aufgrund seiner technischen Auslegung keine ausreichende Standfestigkeit im Sinne der Erfindung für die vorgesehene Hebeaufgabe  
20 gewährleisten kann.

In einer zweiten Grundvariante des erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, den Hebevorgang zumindest für das schwerste der zu montierenden Teile mit Hilfe einer hier  
25 als Schwerlasthilfskran bezeichneten Hebevorrichtung auszuführen, der direkt oder mittels einer Hilfstragvorrichtung im Bereich des oberen Endes des Turmschafts befestigt worden ist, wobei der Schwerlasthilfskran von einem am unteren Ende des Turmschafts aufgestellten Kran auf die erforderliche Höhe gehoben und montiert wird. Dieser Kran, dessen Ausleger bei Bedarf selbstverständlich auch entsprechend der ersten Lösungs-  
30 variante am Turmschaft abgestützt werden könnte, kann zuvor auch die Hilfstragvorrichtung zu deren Montage auf die Turmhöhe befördern. Es ist aber auch möglich, diese Hilfstragvorrichtung bereits vorher mit dem Schwerlasthilfskran zu verbinden und beide Baueinheiten zusammen zu heben und zu montieren.

Vorzugsweise wird als Kran für das Heben des Schwerlasthilfskrans ein fahrbarer Teles-  
35 kopkran mit Hilfsausleger oder ein fahrbarer Gittermastkran eingesetzt. In diesem Zusammenhang bedeutet fahrbar, dass der Kran über ein eigenes Antriebssystem zum Fahren verfügt. Es empfiehlt sich, bei einem Teleskopkran einen wippbaren Hilfsausleger mit mindestens einer Wippstütze einzusetzen, wobei am Kopf des ersten Teleskop-

5 schutzes des Teleskopkrans ein Adapter angebracht wird, an dem sowohl der Hilfsausleger als auch die Wippstützen befestigt werden können. Vorzugsweise wird am Boden ein Kran eingesetzt, dessen Gesamthubhöhe mindestens 100 m beträgt und der bei voller Auslegerhöhe in Steilstellung mindestens 20 t, vorzugsweise mindestens 30 t heben kann.

10 Im Hinblick auf die Montage der an der Spitze des Turmschaftes anzubringenden Teile der Windkraftanlage ist anzumerken, dass es prinzipiell vorstellbar ist, ein komplett vormontiertes Gesamttaggregat, das also das Maschinenhaus mit dem elektrischen Generator, gegebenenfalls einem Getriebe, den erforderlichen Steuer- und Regeleinrichtungen sowie dem Flügelrad, das aus einer Nabe und in den meisten Fällen drei daran befestigten Flügeln besteht, umfasst, auf den Turmschaft zu heben und dort zu montieren. Im Regelfall wird es aber zweckmäßiger sein, lediglich bestimmte Baugruppen vorzufertigen und diese erst auf der Baustelle zu montieren, damit die zu hebenden 15 Lasten nicht zu groß werden. Die Gondel einer Windkraftanlage weist üblicherweise eine vergleichsweise leichte Außenverkleidung auf, die montiert werden kann, wenn die besonders schweren Baugruppen (z.B. Generator) bereits in die Gondel eingesetzt wurden. Das Flügelrad bzw. dessen einzelne Flügel werden in der Regel zum Schluss montiert, wobei die Einzelmontage der Flügel immer noch üblich ist. Da mit der 20 erfindungsgemäßen Lösung das Heben auch schwerer Lasten auf sehr große Höhen wesentlich erleichtert wird, kann mit Vorteil vorgesehen werden, das Flügelrad noch am Boden auf der Baustelle vorzumontieren und dann erst als Baugruppe auf die Höhe des Turmschafts zu heben und zu montieren. Je größer die zu hebenden Gewichte sind, um so zweckmäßiger ist es, den Schwerlasthilfskran mittels Gegengewichten, die auf eine 25 entsprechende Vorrichtung aufgelegt oder auch angehängt werden können, zu stabilisieren.

30 Selbstverständlich ist es möglich, dass einzelne leichtere Teile der Windkraftanlage, die montiert werden müssen, von dem am Erdboden aufgestellten Kran auf die Höhe des Turmschafts gehoben und dort montiert werden. Dies ist regelmäßig zumindest dann geboten, wenn der Schwerlasthilfskran nach Beendigung der Montage der schwersten Einzelteile oder Baugruppen bereits wieder abgebaut wurde.

35 Das nachfolgende Ausführungsbeispiel verdeutlicht den möglichen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens. Dabei erfolgt die Montage in mehreren voneinander abhängigen Arbeitsschritten. Zuerst wird ein fahrbarer Teleskopkran mit einem starren oder wippbaren Hilfsausleger in der Nähe eines bereits errichteten Turmschaftes aufgerüstet. Danach wird ein Schwerlasthilfskran auf die Höhe des Turmschaftes hochge-

hoben, am Turmschaftende befestigt und gesichert. Alternativ ist es auch möglich, zuvor eine Hilfstragvorrichtung, z.B. in Form einer Plattform, am Turmschaftende anzubringen und auf dieser den Schwerlasthilfskran anzuordnen. Das Anbringen der Hilfstragvorrichtung kann im Zuge der Errichtung des Turmschaftes erfolgen oder sie wird zu einem späteren Zeitpunkt mittels des fahrbaren Teleskopkranes auf die Höhe des Turmschaftes angehoben. Mittels des nunmehr montierten Schwerlasthilfskranes kann die Gondel auf die Höhe des Turmschaftes hochgehoben und am Turmschaftende befestigt werden. Falls erforderlich, wird zum Ausgleich der Momente vor dem Hochheben der Gondel ein festes oder pendelndes Gegengewicht am Schwerlasthilfskran angeordnet. Das Flügelrad kann wahlweise durch den Schwerlasthilfskran oder durch den fahrbaren Teleskopausleger hochgehoben und danach an der Gondel befestigt werden. Je nachdem wird der Schwerlasthilfskran vor Anbringung des Flügelrades demontiert oder erst danach. Nach Demontage des Schwerlastkranes wird auch die Hilfstragvorrichtung demontiert und auf den Boden abgesenkt. Abschließend wird der Teleskopkran abgerüstet.

Die vorgeschlagene Verfahrensweise hat folgende Vorteile:

- Es kann für die Errichtung einer Großwindkraftanlage ein standardmäßig zur Verfügung stehender fahrbarer Teleskopkran verwendet werden.
- Der Umfang der notwendigen Lasttransporte zur Baustelle ist erheblich geringer im Vergleich zu einem Gittermastkran
- Die Aufstellung eines fahrbaren Teleskopkranes ist auch im schwierigen Gelände möglich
- Die Auslegung des Teleskopkranes ist auf ein wesentlich niedrigeres Gewicht aufweisenden Schwerlasthilfskran im Vergleich zum Gondelgewicht ausgerichtet.

Vorzugsweise wird als Schwerlasthilfskran ein Oberwagen einschließlich eines damit verbundenen Teleskopauslegers eines Standard-Teleskopkranes eingesetzt. Dieser weitergehende Vorschlag zeigt weitere Vorteile:

- Es ist keine Spezialanfertigung eines Schwerlasthilfskranes erforderlich, sondern es kann auf eine Hauptkomponente eines Standardgerätes zurückgegriffen werden.

- Der Oberwagen enthält bereits alle notwendigen Installationen, wie z. B. Hydraulikanschlüsse, Steuer- und Regeleinrichtungen, Winde usw.
- Die notwendige Auslegerlänge kann durch die Wahl der Anzahl der Schüsse angepasst und somit das Gewicht in Grenzen gehalten werden.
- Das Gewicht des zu hebenden Schwerlastkranes ist erheblich geringer als das Eigengewicht der Gondel.

Das bereits erwähnte Anhängen eines festen oder pendelnden Gegengewichts am Schwerlasthilfskran hat den Vorteil, dass die Belastung des Turmschaftes in Grenzen gehalten wird. Beim Anheben der schweren Gondel kann u.U. das im Turmschaftende sich ergebende Biegemoment zu groß werden. Durch das Anhängen des Gegengewichtes an den Schwerlasthilfskran wird die sich ergebende Schwerkraftlinie mehr in die Nähe der Turmachse gerückt und somit das Biegemoment verkleinert.

Zur Durchführung des Verfahrens gemäß der ersten Grundvariante der vorliegenden Erfindung ist ein Kran, insbesondere ein fahrbarer Kran vorgesehen, dessen Gesamthubhöhe in Steilstellung seines Auslegers mindestens der Höhe des Turmschafts der Windkraftanlage entspricht, wobei die Standfestigkeit dieses Krans bei einer freien Aufstellung des Krans nicht ausreichen würde, um zumindest das schwerste der zu montierenden Teile der Windkraftanlage auf die erforderliche Montagehöhe zu heben. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Ausleger dieses Krans mit mindestens einer mechanischen Stütze ausgerüstet ist, die zur Erhöhung der Knicksteifigkeit des Auslegers und/oder zur Sicherung gegen ein Kippen des Krans mit dem Turmschaft verbindbar ist. Vorzugsweise sind mehrere mechanische Stützen vorgesehen, wobei diese zweckmäßig in unterschiedlichen Höhen entlang dem Turmschaft bzw. dem Ausleger befestigt werden.

Zur Durchführung der zweiten Grundvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein Schwerlasthilfskran vorgeschlagen, dessen Tragfähigkeit auf das Heben der schwersten der zu montierenden Teile der Windkraftanlage ausgelegt ist und der direkt oder mit Hilfe einer im Bereich des oberen Endes des Turmschafts der Windkraftanlage befestigbaren Hilfstragvorrichtung am Turmschaft in der Weise anbringbar ist, dass der Schwerlasthilfskran vollständig von dem Turmschaft gehalten wird. Vorzugsweise ist der Schwerlasthilfskran keine Sonderkonstruktion, sondern ein Oberwagen einschließlich eines damit verbundenen Auslegers eines Standard-Teleskopkranes oder Standard-Gittermastkranes. Bei einem Gittermastkran sollte der Gittermastausleger bevorzugt in der Weise geteilt ausgeführt sein, dass zum Transport bzw. zur Montage und Demontage des Schwerlasthilfs-



krans ein Oberteil des Gittermastauslegers an einem unteren Teil des Gittermastauslegers anklappbar ist.

5 Weiterhin ist es vorteilhaft, den Schwerlasthilfskran so zu gestalten, dass an ihm ein Gegengewicht zur zu hebenden Last anbringbar ist.

10 Im Hinblick auf die Befestigung des Schwerlasthilfskrans wird, wenn keine unmittelbare Befestigung auf dem Turmschaft vorgesehen ist, vorteilhaft eine Hilfstragvorrichtung vorgeschlagen, die formschlüssig mit dem obersten Teilstück des Turmschafts verbindbar ist. Eine solche Hilfstragvorrichtung kann als Zwischenrahmen im Sinne einer horizontalen Montageplattform ausgebildet sein, auf der seitlich zur Längsachse des Turmschafts versetzt der Schwerlasthilfskran montiert werden kann. Vorzugsweise weist ein solcher Zwischenrahmen eine von einem umlaufenden Rahmen eingeschlossene Aufnahmeöffnung auf, deren Form der Querschnittsform des oberen Endes des Turmschafts entspricht, wobei der Rahmen mindestens ein peripher aufklappbares Rahmenteil umfasst und auf seiner Innenseite umlaufend oder in Umfangsabschnitten mindestens ein Formelement aufweist, welches zur formschlüssigen Verbindung mit dem Turmschaft in mindestens ein entsprechend negativ geformtes zweites Formelement am Turmschaft eingreift. Es versteht sich von selbst, dass das aufklappbare Rahmenteil mit dem übrigen Rahmen verriegelbar sein muss.

20 Die erfindungsgemäße Hilfstragvorrichtung kann aber auch vorteilhaft als Turmverlängerung am oberen Ende des Turmschafts ausgebildet sein. Eine solche Verlängerung kann zweckmäßig als Tragbalkenkonstruktion ausgeführt werden, die an ihrem oberen Ende horizontal abgewinkelt ist, um auf dem abgewinkelten Teil über eine Ankoppelvorrichtung den Schwerlasthilfskran zu befestigen. Damit lässt sich ähnlich wie bei der Ausführung als Zwischenrahmen der Schwerlasthilfskran so anordnen, dass sein Schwerpunkt außerhalb der Längsachse des Turmschaftes liegt. Diese Turmverlängerung kann an der Stirnseite des Turmschafts oder aber auch auf dessen Innenseite befestigt sein, da der Turmschaft im Regelfall rohrförmig, also hohl ausgebildet ist.

35 In einer anderen Ausführungsform sieht die Erfindung vor, dass die Turmverlängerung als koaxial zur Längsachse des Turmschafts ausgerichtetes Stabtragwerk ausgebildet ist. Im Hinblick auf die Flexibilität des Einsatzes des Schwerlasthilfskrans ist es von großem Vorteil, wenn dieser um eine vertikale Achse drehbar auf der Hilfstragvorrichtung gelagert ist. Alternativ oder zusätzlich hierzu sollte der Schwerlasthilfskran einen wippbaren Ausleger aufweisen. Dadurch lässt sich die zu hebende Last auch in horizontaler Richtung in der jeweils erforderlichen Weise bewegen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen in teilweise schematisierter Form:

- |    |             |  |
|----|-------------|--|
| 5  | Fig. 1      | eine Prinzipskizze für die Montage eines Schwerlasthilfskrans auf der Spitze eines Turmschafts für eine Windkraftanlage,                 |
|    | Fig. 2      | einen als Teleskopkran ausgebildeten Schwerlasthilfskran,  |
| 10 | Fig. 3      | einen als Gittermastkran ausgebildeten Schwerlasthilfskran,  |
|    | Fig. 4      | eine montierte Windkraftanlage,  |
|    | Fig. 5      | einen auf einem Zwischenrahmen an einem Turmschaft befestigten Schwerlasthilfskran,  |
| 15 |             |  |
|    | Fig. 6      | einen Zwischenrahmen in seitlicher Ansicht und in Draufsicht,  |
|    | Fig. 7      | einen vergrößerten Querschnitt gemäß Linie A-A in Fig. 6,  |
| 20 |             |  |
|    | Fig. 8, 9   | Prinzipbilder für die Einsatzmöglichkeiten eines drehbar gelagerten Schwerlasthilfskrans,  |
|    |             |  |
|    | Fig. 10     | eine Windkraftanlage mit Schwerlasthilfskran auf einer abgewinkelten Turmverlängerung,   |
| 25 |             |  |
|    | Fig. 11     | eine abgewinkelte Turmverlängerung,  |
|    |             |  |
|    | Fig. 12     | die montierte Windkraftanlage gemäß Fig. 10 und  |
| 30 |             |  |
|    | Fig. 13, 14 | Arbeitspositionen eines auf einer als Stabtragwerk ausgeführten Turmverlängerung montierten Schwerlasthilfskrans mit Gittermastausleger. |

35 In der Prinzipskizze ist ein aufgerüsteter Teleskopkran 1 dargestellt, bestehend aus einem hier neunachsigen Unterwagen 2 und einem drehbar darauf angeordneten Oberwagen 3 mit einem daran befestigten Teleskopausleger 4. Der Teleskopausleger 4 setzt sich in diesem Ausführungsbeispiel zusammen aus einem Grundkasten 5 mit ange-

lenktem Wippzylinder 37 und mehreren darin teleskopierbaren Schüssen 6 - 9. Im  
teleskopierten Zustand erreicht der Teleskopausleger 4 eine Höhe von ca. 40 m. Am Kopf  
10 des innersten Teleskopschusses 9 ist ein Adapter 11 befestigt, an den zum einen ein  
aus Gittermastbauteilen gebildeter Hilfsausleger 12 sowie zwei Wippstützen 13, 14  
5 befestigt sind. Die oberste Wippstütze 13 ist nach oben hin über eine feste Abspannung  
15 mit einem Zwischenstück 16 des Hilfsauslegers 12 verbunden. Nach unten hin ist die  
oberste Wippstütze 13 über eine feste Abspannung 17 mit der untersten Wippstütze 14  
verbunden. Die unterste Wippstütze 14 ist über eine längenveränderbare Abspannung 18  
mit einem auf dem Oberwagen 3 angeordneten Gegengewicht 19 verbunden. Das Hub-  
10 seil 20 ist auf einer auf dem Oberwagen 3 angeordneten Winde 21 aufgewickelt und läuft  
über zwei in den jeweiligen Wippstützen 13, 14 angeordneten Umlenkrollen 22, 23 zum  
Kopf 24 des Hilfsauslegers 12. Am Anfang des Hubseiles 20 ist in bekannter Weise eine  
Unterflasche 25 mit einem Haken angeordnet. In der aufgerüsteten Stellung erreicht in  
Steilstellung der Kopf 24 des Hilfsauslegers 12 eine Spitzenhöhe von mehr als 120 m.

15  
Neben dem Teleskopkran 1 ist der schon errichtete Turmschaft 26 zu erkennen, der hier  
aus fünf Segmenten 27.1-27.5 mit je 20 m Höhe sich zusammensetzt. Erfindungsgemäß  
ist zum Hochheben der nicht dargestellten Gondel einer Windkraftanlage auf die Spitze  
des Turmschaftes 26 ein Schwerlasthilfskran 28 angeordnet, der in der Lage ist, die  
20 schwere Gondel auf die Turmschaftspitze zu heben. Zuvor ist mittels des Teleskopkranes  
1 der sehr viel leichtere Schwerlasthilfskran 28 auf die Spitze des Turmes 26 hochge-  
hoben worden. Die Befestigung des Schwerlasthilfskranes an der Spitze des Turm-  
schaftes 26 erfolgt beispielsweise mittels eines hier nicht dargestellten, als Hilfsplattform  
ausgebildeten Zwischenrahmens, der zuvor an der Spitze des Turmschaftes 26 ange-  
25 ordnet worden ist und weiter unten noch näher erläutert wird. Der Schwerlasthilfskran 28  
ist mit einem Träger 36 am hinteren Ende versehen, an den ein Gegengewicht zur  
Kompensation des durch die zu hebende Last verursachten Lastmoments anhängbar ist.  
Nach Montage der Gondel und nach dem Herunterlassen des Schwerlasthilfskranes 28  
wird die Hilfsplattform wieder demontiert.

30  
Vorzugsweise ist gemäß der Darstellung in Figur 2 der Schwerlasthilfskran 28 ein Ober-  
wagen eines Standard-Teleskopkranes. Dieser besteht in bekannter Weise aus einem  
Drehkranz 29 und einem darauf befestigten Teleskopausleger 30 mit mindestens einem  
darin eingeschobenen Teleskopschuss 31. Am Kopfstück 32 des Teleskopschusses 31  
35 sind in üblicher Weise zwei Kopfrollen 33 vorgesehen, von denen lediglich eine sichtbar  
ist. Der Teleskopausleger 30 ist mit einem am Oberwagen sich abstützenden Wipp-  
zylinder 35 verbunden. Am hinteren Ende des Oberwagens ist eine Winde 34 für das

Hubseil angeordnet. Mit dem Bezugszeichen 40 ist ein Ladegeschirr für das Heben des Schwerlasthilfskrans 28 bezeichnet.

In Fig. 3 ist eine alternative Ausführung des Schwerlasthilfskrans 28 ebenfalls wie in  
5 Fig. 2 in schematischer Seitenansicht und Draufsicht dargestellt. Funktionsgleiche Bauteile tragen hierbei gleiche Bezugszeichen. Statt eines Teleskopauslegers 30 verfügt dieser Schwerlasthilfskran 28 über einen Gittermastausleger 38, der in bevorzugter Weiterbildung der Erfindung geteilt ausgeführt ist, so dass ein oberer Teil dieses Gittermastauslegers 38 an einen unteren Teil anklappbar ist. Dies erleichtert den Transport und  
10 selbstverständlich auch die Montage und Demontage des Schwerlasthilfskrans auf einem Turmschaft. Ein weiterer Unterschied zu Fig. 2 besteht darin, dass der Schwerlasthilfskran 28 in Fig. 3 bereits mit einem als Montageplattform dienenden Zwischenrahmen 39 versehen ist, auf dem der Drehkranz 29 befestigt ist.

15 Fig. 4 zeigt in zwei Ansichten eine Windkraftanlage mit einem aus den Segmenten 27.1 – 27.6 bestehenden Turmschaft 26, an dessen Turmspitze eine Gondel 41 mit einem Flügelrad montiert ist. Die rechte Teilfigur zeigt die prinzipielle Arbeitsweise des noch über einen Zwischenrahmen 39 an der Spitze des Turmschafts 26 vorübergehend installierten Schwerlasthilfskrans 28. Dieser Schwerlasthilfskran 28 ist in zwei Arbeits-  
20 stellungen dargestellt. In der strichpunktierten Stellung nimmt der Schwerlasthilfskran eine Last, die beispielsweise in der Gondel 41 besteht und ein sehr hohes Gewicht von z.B. 50 t aufweist, vom Erdboden auf und hebt diese Last in die Höhe. Nach Erreichen eines Hubniveaus oberhalb der Spitze des Turmschafts 26 wird der Teleskopausleger des Schwerlasthilfskrans 28 durch einen Wippzylinder angehoben, so dass die Gondel 41  
25 in eine Ausrichtung gelangt, bei der die Längsachse der Gondel 41 die Längsachse des Turmschafts 26 kreuzt. Nach Erreichen dieser Position kann dann die Gondel 41 in ihre endgültige Montageposition abgesenkt und an der Spitze des Turmschafts 26 endgültig befestigt werden. Dieses Arbeiten des Schwerlasthilfskrans ist möglich, weil dieser durch den Zwischenrahmen 39 gleichsam neben dem Turmschaft 26, also außermittig zur  
30 Längsachse positioniert ist. Diese Arbeitsweise geht noch deutlicher aus der detaillierteren Darstellung der Fig. 5 hervor. Die von dem Schwerlasthilfskran 28 zu überwindende Hubhöhe ist dort wie auch in anderen Figuren mit H bezeichnet.

In Fig. 6 ist der vorstehend bereits mehrfach erwähnte Zwischenrahmen 39 in zwei An-  
35 sichten schematisch in einer leicht montierbaren und demontierbaren Ausführungsform dargestellt. Der Zwischenrahmen 39 weist eine Aufnahmeöffnung 42 auf, deren Form und Größe dem Querschnitt des Turmschafts an der Turmspitze (Segment 27.6 in Fig. 4) entspricht. Die Aufnahmeöffnung 42 ist von einem Rahmen eingeschlossen, der ein sich

etwa über den halben Umfang erstreckendes peripher aufklappbares Rahmenteil 43 umfasst. Das Rahmenteil 43 ist sowohl in der geschlossenen, d.h. montierten Stellung, wie auch (strichpunktiert) in einer aufgeklappten Stellung dargestellt. Damit der Zwischenrahmen 39 sicher an der Spitze des Turmschafts 26 befestigt werden kann, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das oberste Segment 27.6 des Turmschafts, wie dies aus der vergrößerten Detaildarstellung der Fig. 7 hervorgeht, die einen Schnitt gemäß der Linie A-A in Fig. 6 in montierter Position wiedergibt, mit einer Verstärkung 45 versehen wird, die auch zur Aufnahme der zu montierenden Gondel mit den zugehörigen Komponenten wie Generator usw. dient. Die Verstärkung 45 ist ringförmig entsprechend dem Querschnitt des Segments 27.6 ausgeführt. An ihrem Außenumfang weist die Verstärkung 45 ein als ringförmig umlaufende Nase 44 ausgebildetes Formelement auf. Diese dient dazu, den Zwischenrahmen 39 mit dem aufklappbaren Rahmenteil 43 formschlüssig zu halten. Hierzu verfügt der Zwischenrahmen 39 im Bereich der Aufnahmeöffnung 42 ebenfalls über eine umlaufende Verstärkung 46, die mit einem der Nase 44 entsprechenden, aber negativ geformten Formelement versehen ist, nämlich mit einer umlaufenden Nut, in die die Nase 44 eingreifen kann. Während die beiden Verstärkungen 45 und 46 massiv aus einem Vollmaterial ausgeführt sind, stellt der Zwischenrahmen 39 aus Gründen der Gewichtsverminderung bei möglichst großer Steifigkeit eine aus Blechen geschweißte Kastenkonstruktion dar.

In einer schematischen Draufsicht ist in Fig. 8 ein als Teleskopkran ausgebildeter Schwerlasthilfskran 28 dargestellt, der mit Hilfe eines Zwischenrahmens 39 an einem Turmschaft 26 befestigt ist, welcher sich in üblicher Weise von unten nach oben verjüngt. Man erkennt, dass der Zwischenrahmen 39 durch das aufklappbare Rahmenteil 43 äußerst einfach und schnell am oberen Ende des Turmschafts 26 befestigt werden kann, indem dieses Rahmenteil 43 geschlossen und mit dem übrigen Rahmen verbolzt wird. Durch die formschlüssige Verbindung gemäß Fig. 7 ist ein sicherer Halt gewährleistet. Der Schwerlasthilfskran 28 ist am äußeren freien Ende des Zwischenrahmens 39 auf einem Drehkranz angeordnet, so dass er weitgehend außerhalb der Längsachse des Turmschafts 26 positioniert ist. Man erkennt weiter, dass die als Gondel 41 dargestellte Last, die am Boden neben dem Turmschaft 26 gelagert ist, von dem ausgefahrenen Teleskopausleger 30 aufgenommen und auf die Höhe der Turmspitze angehoben werden kann. Durch Betätigung des in dieser Ansicht nicht dargestellten Wippzylinders kann der Teleskopausleger 30 in eine derartige Steilstellung gebracht werden, dass die Gondel 41 in eine montagegerechte Position zur Spitze des Turmschafts 26 gebracht wird.

Aus der Fig. 9 ist ersichtlich, dass der Schwerlasthilfskran 38, dessen Teleskopausleger nicht dargestellt ist, durch Drehung auf dem Drehkranz 29 schräg zu der Verbindungslinie

zwischen den Mittelpunkten des kreisförmigen Turmquerschnitts und des Drehkranzes angestellt werden kann, so dass sein Ausleger in die für eine Montage des nicht dargestellten Flügelrads der Windkraftanlage, welches auf der rechten Stirnseite der Gondel 41 zu montieren ist, geeignete Position kommt. Diese Montageposition für das Flügelrad ist in einer Frontalansicht bezüglich der Gondel 41 in Fig. 10 dargestellt.

Fig. 12 zeigt die fertigmontierte Windkraftanlage in einer Seitenansicht bezüglich der Gondel 41. Im Unterschied zu den Figuren 4, 5, 8 und 9 ist die Hilfstragvorrichtung für den Schwerlasthilfskran 28 nicht durch eine seitlich auskragende Montageplattform sondern durch eine Turmverlängerung in Form einer an ihrem oberen Ende horizontal abgewinkelten Tragbalkenkonstruktion 47 ausgebildet. Fig. 11 zeigt diese Tragbalkenkonstruktion 47 in einer vergrößerten Form. Man erkennt auf dem abgewinkelten Teil der Tragbalkenkonstruktion 47 eine Ankoppelvorrichtung 48 für die Befestigung des Schwerlasthilfskrans 28. Die Tragbalkenkonstruktion 47 wird vorzugsweise im Bereich der Stirnseite des Turmschafts 26 an entsprechenden nicht näher dargestellten Aufnahmepunkten lösbar befestigt. Durch das Auskragen der Tragbalkenkonstruktion 47 wird auch in diesem Fall eine Verlagerung des Schwerpunkts des Schwerlasthilfskrans außerhalb der Längsachse des Turmschafts 26 erreicht. Allerdings ist diese Verlagerung im Regelfall nicht so groß wie bei der Lösung in Form des Zwischenrahmens 39 gemäß Fig. 6. Aus Fig. 10 geht aber hervor, dass der Schwerlasthilfskran 28 in jedem Fall außerhalb der Umrisslinie der Gondel 41 angeordnet ist. Da die Gondel 41 üblicherweise eine durch vergleichsweise leichtgewichtige Gehäuseschalen nachträglich zu verkleidende Rahmenkonstruktion (nicht dargestellt) bildet, kann die Montage des schwergewichtigen Teils der Gondel 41 um die Tragbalkenkonstruktion 47 herum an der Spitze des Turmschafts 26 erfolgen. Nachdem die Montage der Gondel 41 einschließlich der in ihr angeordneten Aggregate und des Flügelrads erfolgt sind, kann von einem in Fig. 10 nicht dargestellten Kran vom Erdboden aus der Schwerlasthilfskran 28 von der Spitze des Turmschafts 26 heruntergehoben und auch die Tragbalkenkonstruktion 47 wieder demontiert und zum Erdboden herabgelassen werden. Abschließend werden von diesem Kran dann auch die Gehäuseschalen der Gondel 41 auf die Höhe H des Turmschafts 26 gehoben und montiert.

In den Fig. 13 und 14 ist in zwei verschiedenen Hubpositionen ein Schwerlasthilfskran 28 mit einem Gittermastausleger 38 auf der Spitze eines Turmschafts dargestellt dessen oberstes Segment mit 27.5 bezeichnet ist. Die Umrisslinie einer Gondel 41 ist in Seitenansicht in der endgültigen Montageposition angedeutet. Der Schwerlasthilfskran 28 ist in diesem Fall auf eine Turmverlängerung in Form eines Stabtragwerks 49 aufgesetzt. In diesem Fall kann der Schwerlasthilfskran 28 nicht um eine vertikale Achse gedreht

werden, sondern ist drehfest angebracht. Mittels des Wippzylinders 35 kann der Gittermastausleger 38 jedoch in seiner Neigung um eine horizontale Drehachse verstellt werden. Auf diese Weise kann der Schwerlasthilfskran 28 eine am Erdboden neben dem Turmschaft aufgestellte Last 50, die beispielsweise der schwergewichtige Generator mit Stator und Rotor der Windkraftanlage sein kann, aufnehmen und am Turmschaft entlang in die erforderliche Höhe H heben. In Fig. 13 ist der ursprüngliche Abstand der Last 50 von der Längsachse des Turmschafts mit E bezeichnet. Die Montageposition der Last 50 innerhalb der Gondel 41 ist strichpunktiert dargestellt. Fig. 14 zeigt, dass durch Stellung des Gittermastauslegers 38 mittels des Wippzylinders 35 nach Erreichen der Hubhöhe H ohne weiteres diese endgültige Montageposition für die Last 50 eingestellt werden kann, ohne dass diese durch das Stabtragwerk 49 gestört wird.

**Bezugszeichenliste**

	1	Teleskopkran
5	2	Unterwagen
	3	Oberwagen
	4	Teleskopausleger
	5	Grundkasten
	6	Teleskopschuss
10	7	Teleskopschuss
	8	Teleskopschuss
	9	Teleskopschuss
	10	Kopf des Teleskopschusses 9
	11	Adapter
15	12	Hilfsausleger
	13	Wippstütze
	14	Wippstütze
	15	Abspannung
	16	Zwischenstück
20	17	Abspannung
	18	Abspannung
	19	Gegengewicht
	20	Hubseil
	21	Winde
25	22	Umlenkrolle
	23	Umlenkrolle
	24	Kopf des Hilfsauslegers 12
	25	Unterflasche
	26	Turmschaft
30	27.1-27.6	Segmente des Turmschafts
	28	Schwerlasthilfskran
	29	Drehkranz
	30	Teleskopausleger
	31	Teleskopschuss
35	32	Kopfstück
	33	Kopfrolle
	34	Winde
	35	Wippzylinder



	36	Träger für Gegengewicht
	37	Wippzylinder
	38	Gittermastausleger
	39	Zwischenrahmen
5	40	Ladegeschirr
	41	Gondel
	42	Aufnahmeöffnung
	43	aufklappbares Rahmenteil
	44	Nase (umlaufend)
10	45	Verstärkung Turmsegment
	46	Verstärkung Zwischenrahmen
	47	Tragbalkenkonstruktion
	48	Koppeleinrichtung
	49	Stabtragwerk
15	50	Last
	H	Hubhöhe
	E	Abstand

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Montage einer Windkraftanlage zur Erzeugung von elektrischem Strom, die einen Turmschaft (26), eine mit einem elektrischen Generator bestückte Gondel (41) (Maschinenhaus) und ein Flügelrad für den mechanischen Antrieb des Generators aufweist, wobei die Gondel (41) und das Flügelrad oder wesentliche Teile von diesen nach Errichtung des Turmschafts (26) von einem Hebezeug auf die Höhe des Turmschafts (26) gehoben und montiert werden, dadurch gekennzeichnet, dass zum Heben zumindest desjenigen zu montierenden Teils der Windkraftanlage, welches das höchste Gewicht aufweist, ein Hebezeug eingesetzt wird, das sich zur Gewährleistung einer ausreichenden Standfestigkeit für den jeweiligen Hebevorgang an dem Turmschaft (26) abstützt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hebevorgänge mit Hilfe eines am unteren Ende des Turmschafts (26) aufgestellten Krans ausgeführt werden, der frei stehend zumindest unter der schwersten bei der Montage zu hebenden Last keine ausreichende Standfestigkeit bieten würde und dessen die Höhe des Turmschafts (26) überragender Ausleger vor Beginn der Hebevorgänge mit Hilfe mindestens einer jeweils am Turmschaft (26) und am Ausleger befestigten mechanischen Stütze gegen ein Kippen und/oder Knicken gesichert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hebevorgang zumindest für das schwerste der zu montierenden Teile mit Hilfe eines Schwerlasthilfskrans (26) ausgeführt wird, der direkt oder mittels einer Hilfstragvorrichtung (39, 47, 49) im Bereich des oberen Endes des Turmschafts (26) befestigt worden ist, wobei der Schwerlasthilfskran (28) und optional zuvor auch die Hilfstragvorrichtung (39, 47, 49) von einem am unteren Ende des Turmschafts aufgestellten Kran (1) auf die erforderliche Höhe gehoben und montiert werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als am unteren Ende des Turmschafts (26) aufgestellter Kran ein fahrbarer  
Teleskopkran (1) mit Hilfsausleger (12) oder ein fahrbarer Gittermastkran  
eingesetzt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Teleskopkran (1) oder Gittermastkran eingesetzt wird, dessen Gesamt-  
hubhöhe mindestens 100 m beträgt und der bei voller Auslegerhöhe in Steil-  
stellung mindestens 20 t, insbesondere mindestens 30 t heben kann.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Teleskopkran (1) mit einem wippbaren Hilfsausleger (12) und mindestens  
einer Wippstütze (13, 14) eingesetzt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass am Kopf (10) des innersten Teleskopschusses (9) des Teleskopkrans (1) ein  
Adapter (11) angebracht wird, an dem sowohl der Hilfsausleger (12) als auch die  
Wippstützen (13, 14) befestigt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Flügelrad am Boden vormontiert und als Baugruppe auf die Höhe des  
Turmschafts (26) gehoben und montiert wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Schwerlasthilfskran (28) auf dem Turmschaft (26) vor dem Heben  
zumindest des schwersten der zu montierenden Teile der Windkraftanlage mit  
einem Gegengewicht versehen wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eines oder mehrere der leichteren der zu montierenden Teile der Windkraft-  
anlage von dem am unteren Ende des Turmschafts (26) aufgestellten Kran (1) auf  
5 die Höhe des Turmschafts gehoben und montiert wird/werden.
11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem Kran,  
insbesondere einem fahrbaren Kran, dessen Gesamthubhöhe in Steilstellung  
seines Auslegers mindestens der Höhe des Turmschafts (26) der Windkraftanlage  
10 entspricht, wobei die Standfestigkeit des Krans bei freier Aufstellung des Krans  
nicht ausreicht, um zumindest das schwerste der zu montierenden Teile auf diese  
Höhe zu heben,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Ausleger mit mindestens einer mechanischen Stütze ausgerüstet ist, die  
15 zur Erhöhung der Knicksteifigkeit des Auslegers und/oder zur Sicherung gegen ein  
Kippen des Krans mit dem Turmschaft (26) verbindbar ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass mehrere mechanische Stützen, insbesondere in unterschiedlicher Höhe am  
Ausleger angebrachte Stützen, vorgesehen sind.
13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass ein Schwerlasthilfskran (28) vorgesehen ist, dessen Tragfähigkeit auf das  
Heben der schwersten der zu montierenden Teile der Windkraftanlage ausgelegt  
ist und der direkt oder mit Hilfe einer im Bereich des oberen Endes des Turm-  
schafts (26) befestigbaren Hilfstragvorrichtung (39, 47, 49) am Turmschaft (26) in  
der Weise anbringbar ist, dass der Schwerlasthilfskran (28) vollständig von dem  
30 Turmschaft (26) gehalten wird.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Schwerlasthilfskran (28) ein Oberwagen einschließlich eines damit  
35 verbundenen Teleskopauslegers (30) eines Standard-Teleskopkrans ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Schwerlasthilfskran (28) ein Oberwagen einschließlich eines damit  
verbundenen Gittermastauslegers (38) eines Standard-Gittermastkrans ist.
- 5
16. Vorrichtung nach Anspruch 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Gittermastausleger (38) in der Weise geteilt ausgeführt ist, dass zur  
Montage und Demontage des Schwerlasthilfskrans (28) ein oberer Teil an einen  
unteren Teil des Gittermastauslegers (38) anklappbar ist.
- 10
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass am Schwerlasthilfskran (28) ein Gegengewicht anbringbar ist.
- 15
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hilfstragvorrichtung (39, 47, 49) formschlüssig mit dem obersten Teilstück  
des Turmschafts (26) verbindbar ist.
- 20
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hilfstragvorrichtung als Zwischenrahmen (39) im Sinne einer horizontalen  
Montageplattform ausgebildet ist, auf dem seitlich zur Längsachse des Turm-  
schafts (26) versetzt der Schwerlasthilfskran (28) montiert oder montierbar ist.
- 25
20. Vorrichtung nach Anspruch 19,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Zwischenrahmen (39) einer von einem umlaufenden Rahmen einge-  
schlossene Aufnahmeöffnung (42) aufweist, deren Form der Querschnittsform des  
oberen Endes (27.6) des Turmschafts (26) entspricht, wobei der Rahmen mindes-  
tens ein peripher aufklappbares Rahmenteil (43) umfasst und auf seiner Innenseite  
umlaufend oder in Umfangsabschnitten mindestens ein Formelement (44) auf-  
weist, welches zur formschlüssigen Verbindung mit dem Turmschaft (26) in  
mindestens ein entsprechend negativ geformtes zweites Formelement am  
Turmschaft (26) eingreift.
- 30
- 35

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hilfstragvorrichtung als Turmverlängerung (47, 49) am oberen Ende  
(27.6) des Turmschafts (26), insbesondere auf dessen Innenseite oder an dessen  
Stirnseite, befestigbar ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Turmverlängerung als an ihrem oberen Ende horizontal abgewinkelte  
Tragbalkenkonstruktion (47) ausgeführt ist, auf deren abgewinkelten Teil eine  
Ankoppelvorrichtung (48) für den Schwerlasthilfskran (28) vorgesehen ist.
23. Vorrichtung nach Anspruch 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Turmverlängerung als koaxial zur Längsachse des Turmschafts (26)  
ausgerichtetes Stabtragwerk (49) ausgebildet ist.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Schwerlasthilfskran (28) um eine vertikale Achse drehbar auf der  
Hilfstragvorrichtung (39, 47) gelagert ist.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 24,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Schwerlasthilfskran (28) einen wippbaren Ausleger (30, 38) aufweist.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/02093

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B66C23/36 B66C23/72 F03D11/04 B66C23/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B66C E04H F03D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 13, 30 November 1998 (1998-11-30) - & JP 10 205430 A (NKK CORP), 4 August 1998 (1998-08-04)	1-7, 9-13, 17-19, 21-23, 25
A	abstract figures 1-6	14, 15
X	DE 196 47 515 A (OTTO GERD ALBRECHT) 20 May 1998 (1998-05-20) the whole document	1, 3-7, 13, 25
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 541 (M-1488), 29 September 1993 (1993-09-29) & JP 05 147887 A (KUBOTA CORP), 15 June 1993 (1993-06-15) abstract	2, 11, 12
	--- -/-	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 October 2001

Date of mailing of the international search report

12/10/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sheppard, B

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/02093

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 08, 30 June 1999 (1999-06-30) -& JP 11 082285 A (NKK CORP), 26 March 1999 (1999-03-26) abstract figures 1-6	1,3, 13-15, 18,19,25
A	EP 0 893 392 A (MANNESMANN AG) 27 January 1999 (1999-01-27) the whole document	4-7
A	DE 196 42 066 A (MANNESMANN AG) 16 April 1998 (1998-04-16) cited in the application the whole document	4,5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/02093

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10205430	A	04-08-1998	NONE	
DE 19647515	A	20-05-1998	DE 19647515 A1	20-05-1998
JP 05147887	A	15-06-1993	NONE	
JP 11082285	A	26-03-1999	NONE	
EP 0893392	A	27-01-1999	DE 19731587 A1 EP 0893392 A2	28-01-1999 27-01-1999
DE 19642066	A	16-04-1998	DE 19642066 A1 DE 29624267 U1	16-04-1998 21-06-2001

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02093

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B66C23/36 B66C23/72 F03D11/04 B66C23/20

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B66C E04H F03D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 13, 30. November 1998 (1998-11-30) -& JP 10 205430 A (NKK CORP), 4. August 1998 (1998-08-04)	1-7, 9-13, 17-19, 21-23,25
A	Zusammenfassung Abbildungen 1-6	14,15
X	DE 196 47 515 A (OTTO GERD ALBRECHT) 20. Mai 1998 (1998-05-20) das ganze Dokument	1,3-7, 13,25
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 541 (M-1488), 29. September 1993 (1993-09-29) & JP 05 147887 A (KUBOTA CORP), 15. Juni 1993 (1993-06-15) Zusammenfassung	2,11,12
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Oktober 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12/10/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sheppard, B

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. ...onales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02093

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 08, 30. Juni 1999 (1999-06-30) -& JP 11 082285 A (NKK CORP), 26. März 1999 (1999-03-26) Zusammenfassung Abbildungen 1-6 ---	1,3, 13-15, 18,19,25
A	EP 0 893 392 A (MANNESMANN AG) 27. Januar 1999 (1999-01-27) das ganze Dokument ---	4-7
A	DE 196 42 066 A (MANNESMANN AG) 16. April 1998 (1998-04-16) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	4,5

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02093

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 10205430	A	04-08-1998	KEINE	
DE 19647515	A	20-05-1998	DE 19647515 A1	20-05-1998
JP 05147887	A	15-06-1993	KEINE	
JP 11082285	A	26-03-1999	KEINE	
EP 0893392	A	27-01-1999	DE 19731587 A1 EP 0893392 A2	28-01-1999 27-01-1999
DE 19642066	A	16-04-1998	DE 19642066 A1 DE 29624267 U1	16-04-1998 21-06-2001